

Japanese Patent Publication No. HEI 5-42209 B

Publication date : June 25, 1993

Applicant : Mitsubishi Denki K. K.

Title : Sampling Signal Synchronizing System

5

2. Scope of Claims

1. A sampling signal synchronizing system in a communication system for modulating a sampling signal obtained by sampling with two devices at an equal cycle respectively at
10 the same cycle and sending or receiving the sampling signal at the same cycle as that in sampling with a common transmission formation including a sampling number generated cyclically and repeatedly: wherein

a cycle of repetition of a sampling number is longer than
15 2 times of a transmission delay time between the two devices;

when a signal is transmitted from one device and received by other device, a time lag between a point of time when the signal is received and a point of time when a previous signal was transmitted the other device is monitored by the other device;

20 the other device transmits data indicating reception of the signal and a measured value T_s on the time lag above;

the one device measures a time lag between a point of time when a signal transmitted from the other device is received and a point of time when a previous signal was transmitted from the
25 other device to the device; and

the device adjusts sampling time in the device or in the other device according to the measured value and the measured value T_s on a time lag transmitted from the other device so that a time lag ΔT in sampling time would be zeroed, and then corrects

5 a sampling number on the device or in the other device according to $\epsilon = RA! - \frac{SA^2 - 1}{2}$ to equalize sampling numbers generated in the two devices to each other according to a sampling number when transmission is made from the device and a sampling number when the sampling number is received by the other device.

⑬ Int. Cl.³

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公告 平成5年(1993)6月25日

H 02 H 3/28

W

9061-5C

発明の数 1 (全7頁)

⑮ 発明の名称 サンプリング信号同期方式

⑯ 特 願 昭61-106056

⑰ 公 開 昭62-262615

⑱ 出 願 昭61(1986)5月7日

⑲ 昭62(1987)11月14日

⑳ 発 明 者 大 垣 健 二 兵庫県神戸市兵庫区和田崎町1丁目1番2号 三菱電機株式会社制御製作所内

㉑ 発 明 者 中 川 欣 之 兵庫県神戸市兵庫区和田崎町1丁目1番2号 三菱電機株式会社制御製作所内

㉒ 出 願 人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

㉓ 代 理 人 弁理士 高 田 守 外1名

審 査 官 山 崎 達 也

㉔ 参 考 文 献 特開 昭60-39310 (JP, A) 特開 昭50-49645 (JP, A)

1

2

① 特許請求の範囲

1 2装置夫々にて等周期でサンプリングして得たサンプリング信号を、これと同周期で変化し、且つ周期的に反復発生するサンプリング番号を含む共通の伝送フォーマットにてサンプリングと同周期で2装置間で送受信する通信系統における同期方式において、

サンプリング番号の反復周期を2装置間での伝送遅延時間の2倍より長くすること、

信号を一装置から送信して他装置にて受信させた場合に、

当該受信時点と該他装置の直前の信号送信時点との間の時間Tsを該他装置にて測定すること、

前記他装置は、前記受信を報じるデータ及び前記時間の測定値Tsを前記一装置へ送信すること、

前記一装置は、前記他装置からの送信信号の受信時点と直前の信号送信時点との間の時間TMを測定すること、

前記一装置にて、この測定時間TMと前記他装置から送信されてきた時間の測定値Tsとに基づき、各装置におけるサンプリングタイミングの時間差ΔTを零にすべく該一装置又は他装置のサンプリングタイミングを調整し、次いで前記他装置からの送信信号の受信時点に係るサンプリング番

号RA1と、前記一装置の送信時点のサンプリング番号と、受信時点のサンプリング番号SA2とに基づき、両装置が発生するサンプリング番号を一致させるべく該一装置又は他装置のサンプリング番号を $c = RA1 - \frac{SA2 - 1}{2}$ 式に基づき補正すること

を含むことを特徴とするサンプリング信号同期方式。

② 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は遠隔地で同時にサンプリングした値を対比する如き用途の通信装置における同期方式、例えば送電線の保護継電装置に利用するサンプリング信号同期方式に関するものである。

(従来技術)

送電線における遠隔2点にて電流を測定し、これを比較して異常の有無を調べるデジタル保護継電装置(キャリヤリレー)が用いられるようになってきた。このような比較式保護継電装置では、送電線の2点での電流の瞬時値を一定周期でサンプリングしてA/D(アナログ/デジタル)変換した後、例えば、マイクロ波回線を用いて相互に相手装置へ伝送し、夫々自装置の値と受信した相

手装置の値とを比較することにより送電線の系統故障を監視している。

この場合、両装置でのサンプリングタイミングは共に同一時刻である必要があり、また、データを送出してから相手装置が受信するまでの時間、すなわち伝送遅延時間は、サンプリング周期より長く、その数倍となるのが普通である。

従ってサンプリングタイミングには、一連の繰返し番号を付すこととし、両装置で同一時刻にサンプリングしたデータには、同じ番号を付して伝送し合い、比較照合を確実にしめる必要がある。そして、この様な方式の保護継電装置では、タイミングとサンプリング番号との同期手段が非常に重要な課題となつている。この種の信号同期方式としては、例えば特開昭50-49645号が提案されている。以下これにつき簡単に説明する。

第4図a、bは上述の特開昭50-49645号の発明の原理説明図である。以下、同期の主導権を握る側の装置を主局、従属同期する側の装置を従局と呼ぶこととし、主局から従局へ送信する特定のサンプリング番号のデータを S_1 、従局から主局へ送信するものを S_2 とする。第4図は特定のサンプリング番号のデータの送受信に関する時間的な関係を示したものであり、主局から出た S_1 が従局に着くまでの時間と、従局から出た S_2 が主局に着くまでの時間とは無視できる程度の差しか有せず、互いに等しいものとし、これを伝送遅延時間 T_d とする。(この様に両方向の伝送遅延時間が等しい伝送路は実際に構成できる。) また、 S_1 及び S_2 の送信周期 T は変動分を考慮した T_d の最大値の2倍以上にする。

そして第4図において、主局における S_1 の送信から S_2 の受信までの時間を T_1 として、この時間を主局にて計測し、一方従局における S_2 の送信から S_1 の受信までの時間を T_2 として、従局にてこの時間 T_2 を計測する。そして、主局は上記時間 T_1 をデータ伝送フォーマット上に乗せ込み、従局へ送出し、従局ではこの T_1 を受信する。逆に従局は、上記時間 T_2 を主局へ送出し、主局でこれを受信する。

この時、第4図aは、主局からの S_1 の伝送を示す下向きの斜線と、従局からの S_2 の伝送を示す上向きの斜線とが互いに交差する場合であり、 $T_1 + T_2 = 2T_d$ となる関係が成立しているときの時

間関係を示す。また第4図bは S_1 、 S_2 の斜線が交差しない場合であつて $T_1 + T_2 > 2T_d$ となる関係が成立しているときの時間関係を示す。

第4図aは、従局からの S_2 の送信が、主局からの S_1 の送信よりも時間的に遅れている場合であり、両局での同期をとるには図から明らかな如く従局送信部のクロックパルスの位相(タイミング)を少し進めて、従局からの送信を全体に図の白抜矢符のように左方向へ移動させる必要がある。すなわち、 $T_1 > T_2$ ならば従局からの送信を早め、逆に $T_1 < T_2$ ならば従局からの送信を遅らせる必要がある。そして主局、従局のいずれか一方、又は両方にて夫々クロックパルス位相制御を行い $T_1 = T_2$ とする様に制御する。

そして $T_1 = T_2$ となつた場合は、 S_1 と S_2 がまったく同時刻に送信されることになり、従って、その他のサンプリング番号のデータの発生を含むすべての動作が主局と従局とで同一時刻に行わせることが可能になり、サンプリング信号の同期が完全となる。

また、第5図bは前記の伝送を示す斜線がまったく交差しない場合であり、この場合は $T_1 + T_2 = T + 2T_d$ なる関係が常に成立する。そして、従局の S_2 の送信は、この第5図bの場合は同図の白抜矢符のように左方向へ移動させた方が同期状態により早く到達できることが明らかである。

ここで注目すべきことは、第5図aの場合は、 $T_1 > T_2$ で左方向へ、また $T_1 < T_2$ で右方向へ各々移動させる従局 S_2 の送信を、同図bの場合では $T_1 < T_2$ で左方向へ、また $T_1 > T_2$ で右方向へ各々移動させなければならないことである。しかし前記した前提条件によりこの問題を容易に解決することができる。すなわち、同図aでは $T_1 + T_2 = 2T_d$ から $T_1 + T_2 < T$ となり、また同図bでは $T_1 + T_2 = T + 2T_d$ から $T_1 + T_2 > T$ となるので、排他的論理和回路により制御条件を反転させてやればよい。

(発明が解決しようとする問題点)

さて上記の方法にて、あらかじめ定められた特定の同一サンプリング番号のデータ S_1 、 S_2 の送信タイミング、従ってこれと同期させるべき主局、従局のサンプリングタイミングを一致させる。このとき、主局または従局のいずれかでサンプリングタイミングを合せる為に、クロックパルスの位

相を進め、或いは遅らせるがこの調整時間幅は、特定のサンプリング番号のデータ S_1 、 S_2 の送信する周期 T の最大 $1/2$ の時間である。この両局のサンプリングタイミングの時間差をタイミングの一致調整のために一度にずらすこととする場合はデータ送信タイミングを急激に変化させる事になり、受信端側にて受信データエラーを生じるから実際上には受信データエラーを生じない範囲の極めて短い時間ずつサンプリングタイミングをずらす処理を複数回繰返して所期の調整を行う。この為、サンプリング信号の同期をとるのに長時間を要していた。特に調整時間幅が $T/2$ に及ぶので、場合によっては調整完了までの時間は極めて長いものとなる。

また、サンプリング信号の同期をとる為に必要な時間、すなわち自局が特定サンプリング番号のデータ S_1 または S_2 を送信してから、相手局の同一サンプリング番号のデータ S_2 または S_1 を受信するまでの時間の計測には、特定サンプリング番号のデータを送信する周期 T の時間を計測できるものである事が必要である。時間計測精度にもよるが、比較的大きいビット数の時間計測用カウンタが必要である。従つて、相手局へ送信する時間データ(T_1 または T_2)のビット数も多く、伝送フォーマット上に多くのビット数を占有するという不都合がある。

本発明は斯かる問題点を解決するためになされたものであり、主局および従局のサンプリングタイミング及びサンプリング番号を、短時間で一致させるとともに、時間計測も短時間でよく、時間データのビット数を短くして伝送効率を高め得るサンプリング信号同期方式を提供することを目的としている。

(問題点を解決するための手段)

本発明は一局が発する信号の他局における受信時点と、該他局における直前の送信時点又はサンプリングタイミングとの時間差を求め、この時間差を前記一局へ返信し、この返信情報と、該一局におけるこの返信情報の受信タイミング、つまり直前の送信時点又はサンプリングタイミングとの時間差及び当該受信時点のサンプリング番号等に基づき、いずれかの局にてまずサンプリングタイミングを一致させるべき微制御を行い、次いでサンプリング番号の補正を行う粗制御を行う

方式である。

(作用)

局が信号を送信し、これを他局が受けとり、その受信時点と該他局における直前の送信時点との時間差を、受信を報じるデータと共に返信してくる。この返信情報と、返信情報受信時点と直前の送信時点又はサンプリングタイミングとの時間差と、返信情報受信時点のサンプリング番号等にて、まずサンプリングタイミングの一致を行わせる微制御をし、次いでサンプリング番号を略一致させる粗制御を行う。上記時間差の計時はサンプリング周期より短い時間行われる。

(実施例)

以下本発明をその実施例を示す図面に基づいて詳述する。第1図は主局Aと従局Bとの間の送受信状態を示すタイミングチャートである。主局A、従局Bは T を周期としてサンプリング番号を発生し、ここでは電力系統の周波数(50Hzまたは60Hz)における1サイクル(電気角360度相当)である。 T_0 はサンプリングタイミングの周期であり、ここでは電気角30度とする。従つて $T=12 \times T_0$ となり、サンプリング番号はサンプリングタイミングごとに0, 1, 2……11と変化していく。また説明の便宜上、サンプリングタイミングと送信タイミングを同一とする。

そして特定のサンプリング番号のデータを主、従局間にて送受するが、ここでは主局Aから従局Bへ送信するものとし、これを S_1 とする。そして第1図においては、上記特定サンプリング番号を「0」としている。

主局Aから出たデータ S_1 が従局Bに着くまでの時間と、従局Bから出たデータが主局に着くまでの時間とが、事実上無視できる程度の差を有するだけであるので、これらを互いに等しいものとし、これを伝送遅延時間 T_d とする。両局での同期がとれていない第1図の状態下では両局のサンプリング番号は例えば6だけずれており、サンプリングタイミングは ΔT だけずれている。

次に本発明方式を第1図と、主局A、従局Bの送受信、データ処理手順を示す第2図のフローチャートにより説明する。

主局Aからは、一定周期($T=12 \times T_0$)毎に特定サンプリング番号「0」のデータ S_1 が送信される。主局Aから送信された S_1 は、伝送遅延時間

Td後に、従局Bに着信する。この時、従局Bでは、各サンプリングタイミングのうちでS_iを受信する直前のサンプリングタイミングからS_iを受信するまでの時間をTsとして計測する。これはサンプリングタイミングごとにリセットされるカウンタにて適宜のクロックを計数させ、受信時に計数を停止することで実施できる。そして従局Bでは、主局AからのS_iを受信すると、必ず次のサンプリングタイミングの主局Aへの送信データにS_i受信を表すフラグF1と上記Tsとを乗せて送信する。この例では従局Bはサンプリング番号「10」の送信データにフラグF1及びTsを乗せて主局Aへ送信する。

主局Aでは、従局BからフラグF1および計測時間Tsを受信する。主局Aはこの受信時における自局のサンプリング番号SA2、ここでは「7」を特定して記憶するとともに、各サンプリングタイミングのうち、従局Bからのデータが着信する直前のサンプリングタイミングから、当該データを受信するまでの時間をTMとして計測する。この計測手段は従局BのTs計測手段と同様である。

さて主局はまず主局-従局の各々のサンプリングタイミングを合致させる微調制御を行う。

第1図に明らかなように伝送遅延時間Td、計測時間TM、Tsの間には次の関係が常に成立する。

$$Td + \Delta T = nT_0 + Ts \quad \dots(1)$$

$$Td = mT_0 + TM + \Delta T \quad \dots(2)$$

但し、nはS_i送信時に至近する従局のサンプリングタイミングから、Ts計測基準のサンプリングタイミングまでのサンプリング周期数

mはF1送信時に至近する主局のサンプリングタイミングからTM計測基準のサンプリングタイミングまでのサンプリング周期数

(1)、(2)式よりΔTを求めると

$$\Delta T = \frac{(n-m)T_0 + (Ts-TM)}{2} \quad \dots(3)$$

サンプリングタイミング差ΔTの絶対値はT₀/2以内であるから(3)式の右辺第1項の(n-m)は0、±1のいずれかの値しかとり得ない。

従つて、(3)式に於いてサンプリングタイミング差ΔTを零にするためには、

$$Ts = TM \quad (n-m=0 \text{ の場合}) \quad \dots(4)$$

$$T_0 + Ts = TM \quad (n-m=1 \text{ の場合}) \quad \dots(5)$$

$$T_0 + TM = Ts \quad (n-m=-1 \text{ の場合}) \quad \dots(6)$$

のうちのいずれかの演算式を満足するように主局のサンプリングタイミングを進退制御すると、その同期がとれることになる。

(4)~(6)式のいずれに基づきサンプリングタイミングの制御を行うかはn、mによつて定まる。即ちn、mの間には以下の関係が成立する。

(i) SA2：奇数の場合

$$m = \frac{SA2-1}{2}, \quad n = \frac{SA2-1}{2}$$

(ii) SA2：偶数の場合

$$m = \frac{SA2}{2}, \quad n = \frac{SA2}{2} - 1 \quad (TM > Ts)$$

$$m = \frac{SA2}{2} - 1, \quad n = \frac{SA2}{2} \quad (TM < Ts)$$

主局はSA2、TM、Tsのデータを有しているのでこれによりn-mを算出し、ΔT=0とすべきサンプリングタイミングの進退制御を行う。この例ではSA2=7であるので、m=n=3、従つてn-m=0となり、微調制御としては(4)式のTs=TMとなるように、主局のサンプリングタイミングの位相制御を行う。その進退はTsとTMの大小関係に基づいて定めればよく、この例ではTs>TMであるので、主局のサンプリングタイミングを進める。

以上の微調制御によりサンプリングタイミングが両局にて一致する。次にサンプリング番号を両局で一致させる粗調制御を行う。第3図は上記微調制御後の状態を示している。主局はフラグF1を乗せ込んできたデータのサンプリング番号RA1（この例では「10」）を認知する。またこのフラグF1を乗せ込んできたデータがサンプリング番号SA2（この例では「7」）のときに受信したことも認知している。

これらSA2、RA1を用いると従局に対する主局のサンプリング番号の遅れεは下記(7)式にて表せる。

$$\epsilon = RA1 - \frac{SA2+1}{2} \quad \dots(7)$$

この例ではε=10-(7+1)/2=6となり主局が従局に対して6サンプリング番号分遅れていることになる。

εの値と主、従局のサンプリング番号のずれとの関係は第1表のとおりである。

第 1 表

ϵ 値	主局と従局間のサンプリング番号関係
-5~-1	主局が $-\epsilon$ 値分だけ進んでいる
0	主局と従局のサンプリング番号が一致している
1~10	主局が ϵ 値分だけ遅れている

次に(7)式により算出されたサンプリング番号差 ϵ 分だけ主局Aのサンプリング番号に対して補正を行うことによつて主局A、従局B間のサンプリング番号差を0とする。この例ではサンプリング番号8を6だけ進めて2とする。これは主局のサンプリング番号に ϵ を加算し、12を越えない場合はその数値に、12を越える場合は12の剰余を新しい主局のサンプリング番号とする。以上の如き微調整制御及び粗調整制御によりサンプリング番号及びサンプリングタイミングは両局で一致することになる。

なお、上記実施例では主局に於いてサンプリングタイミング及びサンプリング番号を制御したが、第1図に2点鎖線で示すように従局側から特定サンプリング番号のデータを送って同様の演算制御を実施することも可能であり、上記実施例と全く同様の効果を奏する。また主局・従局、両局に於いて、同様の演算を実施し、各々自局に於いてサンプリングタイミングを制御すれば、サンプリングタイミングの同期に要する時間は1/2となり、なお一層高速に同期させることができる。但しサンプリング番号の同期については主局又は従局いずれかにおいて制御を行う必要がある。

また上記実施例では、主局・従局の2局間の場合について説明したが本発明は3局間以上の場合であつても適用でき、例えば3局間ではまず、2局間に於いて上記実施例と同一制御により同期をとつた上で残りの1局と既に同期のとれた2局の

内の1局との間で同制御により同期をとればよく、上記実施例と同様の効果を奏する。

また上記実施例の説明では便宜上主局から従局へのデータS₁の送信時点を特定サンプリング番号「0」としているが、他のサンプリング番号であつてもよい。この場合のサンプリング番号をSA1とすると(7)式は次のように改められる。

$$\epsilon = RA1 - SA1 - \frac{(SA2 - SA1 + 1)}{2} \quad \dots (7')$$

更に、本発明は保護継電装置に限らず遠隔2点間で、同時刻性の必要な、例えば地設計、標準時計等にも適用できることは言うまでもない。

〔効果〕

以上のようにこの発明によれば、サンプリングタイミングの調整のみならず、サンプリング番号の補正が速やかに行われる。即ちサンプリングタイミング同期のための測定時間を最小サンプリング間隔T。以下の時間データとでき、時間測定データのビット数も少なくなり、その計時用回路も少なくてすむ。さらに、相互に伝送し合う時間データのビット数も少なくてよく、データ伝送の効率を高める事が出来る。

更に、特定サンプリング番号受信時、相手局に返信するフラグF1は単一ビットで構成でき、この点でも伝送効率が高まる。そして同期制御が粗調整と微調整に分割して行われる為、主局・従局間のサンプリングタイミングを一致させる時間が大幅に短縮でき同期引込みを速やかにとれる効果がある。

図面の簡単な説明

第1図は本発明の同期方式の説明のためのタイムチャート、第2図は主局、従局の送受信、データ処理手順を示すフローチャート、第3図は粗調整制御、微調整制御の説明のためのタイムチャート、第4図は従来方式の原理説明図である。

A.....主局、B.....従局。

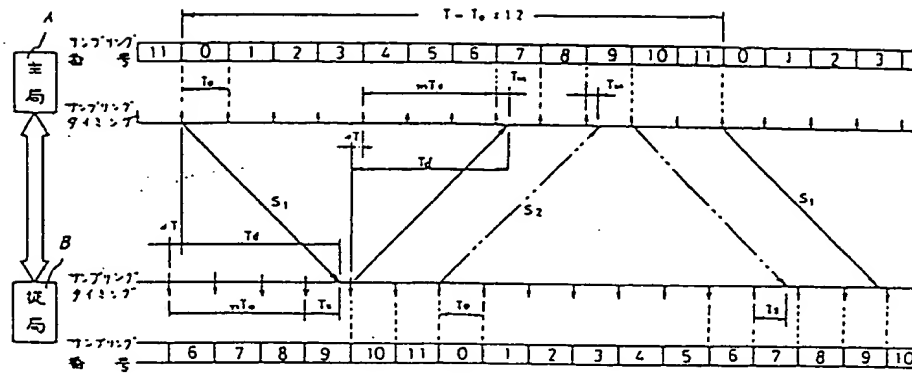


図 1

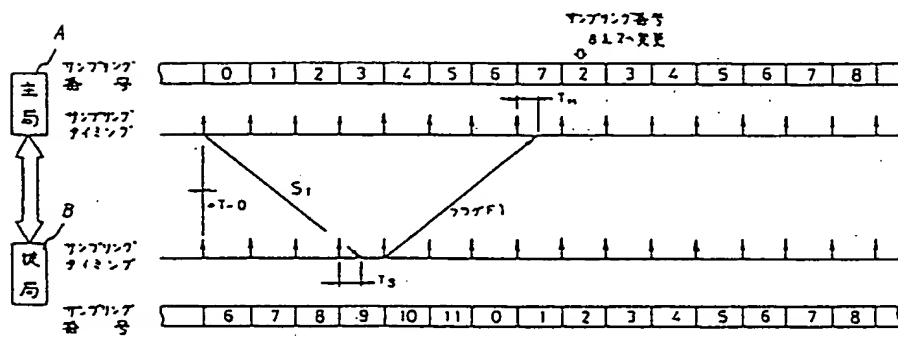
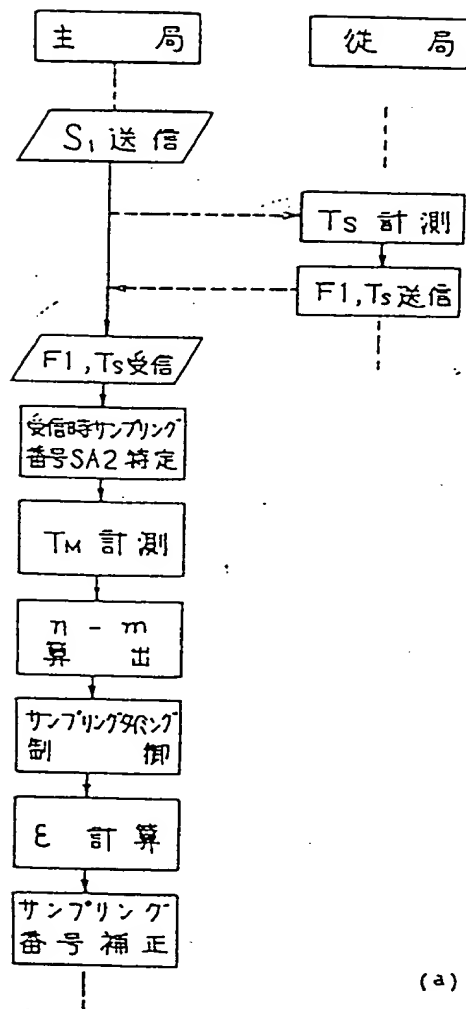
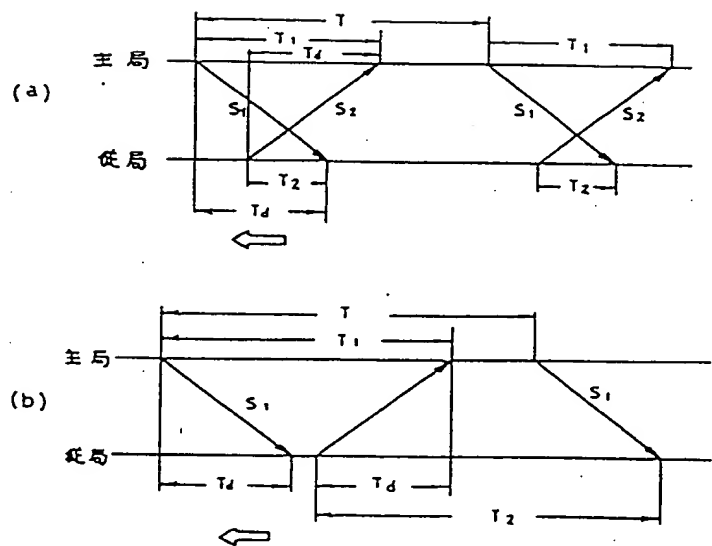


図 3



第 2 回



第 4 回